

## Processo produtivo da Indústria de Plásticos: um estudo à luz do controle da produção

Vanessa T Alves (UFRGS) [vanerotta@hotmail.com](mailto:vanerotta@hotmail.com)  
Valquíria Pasa (UPF) [valquiriapasa@upf.br](mailto:valquiriapasa@upf.br)  
Rose Keli Cecchetti (UPF) [cegconstrucoes@gmail.com](mailto:cegconstrucoes@gmail.com)

### Resumo:

É cada vez mais crescente em todos os tipos de organizações, a busca constante pela excelência quando a questão é o atendimento aos clientes e a capacidade de produção. Não distante disso, encontra-se a Indústria de Plásticos A, uma empresa produtora de filmes plásticos flexíveis que busca alternativas para tornar seu processo produtivo mais eficiente. Para isso, além da análise de relatórios e planilhas referentes aos dados de produção existentes no sistema da empresa, foram realizadas entrevistas com o gerente de produção e feitas visitas técnicas a fim de acompanhar o andamento da linha de produção, tornando possível a compreensão do fluxograma da empresa e a identificação dos setores que apresentam gargalos que acabam interferindo na capacidade total de produção da empresa.

**Palavras chave:** Produção, *Setup*, Gargalos, Indústria de Plásticos.

## Production process for the Plastics Industry: a study in the light of production control

### Abstract

It is increasingly growing in all types of organizations, the constant search for excellence when it comes to customer service and production capacity. Not far from this, is the Plastics A, a manufacturer of flexible plastic film that seeks solutions to make your business more efficient production process. Thus, besides analyzing spreadsheets and reports relating to data on the company's existing production system, interviews with the production manager were held and made technical visits to monitor the progress of the production line, making understanding the flowchart can the company and the identification of sectors with bottlenecks that end up interfering with the total production capacity of the company.

**Key-words:** Production, Setup, Bottlenecks, Plastic Industry.

### 1. Introdução

A evolução dos sistemas de produção vem promovendo grandes transformações na maneira como as empresas planejam e utilizam os recursos disponíveis. Segundo Tubino (2000), onde antes havia a pressão por altas barreiras alfandegárias, limitando a concorrência, hoje há a necessidade de se atingir maior número de mercados, referindo-se tanto aos insumos quanto a venda dos produtos acabados.

Nos diversos segmentos industriais, a hipercompetitividade instiga as empresas a buscarem constantes melhorias para entregar o produto no prazo combinado, e é visível que empresas que não afeiçoarem-se seus sistemas produtivos para a melhoria contínua da produtividade, não terão espaço nesse processo moderno que é o mercado globalizado. Nesse contexto de concorrência acirrada as empresas consumidoras de embalagens plásticas flexíveis sentem-se privilegiadas com a oferta abundante, obrigando as empresas produtoras de embalagens, segmento onde se encontra inserida a Indústria de Plásticos A, a adequar seus processos, às exigências crescentes do mercado por menores prazos de entrega e por lotes menores e mais

frequentes, tornando-se necessário solucionar ou minimizar ao máximo os gargalos em suas linhas de produção.

O presente trabalho pretende estudar o processo de produção da indústria de embalagens plásticas buscando avistar os pontos de estrangulação e geração de gargalos, sabendo que um dos fatores que pode interferir na eficiência do processo é o setup das máquinas, que por sua vez é dependente do sequenciamento de produção. O gargalo pode ser definido como uma restrição do sistema que limita a capacidade final de produção e por este motivo, vem sendo uma das principais dificuldades encontradas pelos gerentes de produção e deve ser tratado com toda a atenção.

## 2. Planejamento estratégico da produção

Segundo Martins e Laugeni (2005), produção pode ser entendida como o conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em outro bem que tenha maior utilidade e a conceituação de sistema tem sido utilizada no desenvolvimento de várias disciplinas, tanto nas ciências exatas como nas humanas. Os *inputs* são os insumos, ou seja, o conjunto de todos os recursos necessários, como mão de obra, energia elétrica, informações e outros, que são transformados pelas funções de transformação, como decisões, julgamento humano entre outros fatores, em *outputs*, que são os produtos manufaturados, serviços prestados ou informações fornecidas. Para Tubino (2000), o objetivo de preocupar-se com a produção é fornecer para a empresa um conjunto de características que dêem suporte à obtenção de vantagens competitivas a longo prazo. Os principais critérios de desempenho nos quais a produção deve concentrar suas ações são divididos em quatro grupos na visão de Tubino (2000), sendo eles: custo, qualidade, desempenho de entregas e flexibilidade, os quais norteiam ações na busca de se produzir bens/serviços a um custo mais baixo e com desempenho de qualidade melhor que a concorrência, confiabilidade e velocidade nos prazos de entrega dos bens/serviços e ser capaz de reagir de forma rápida a eventos repentinos e inesperados. Outros critérios de desempenho já vêm sendo considerados, como a capacidade de inovar na produção de bens e serviços e a produção voltada aos cuidados e proteção com o meio ambiente.

## 3. Metodologia

Segundo Diehl e Tatim (2004) metodologia consiste no estudo e na avaliação dos diversos métodos, tendo como objetivo identificar possibilidades e limitações de sua aplicação no processo de pesquisa científica. Permitindo desta forma a escolha da melhor maneira de abordar o problema de pesquisa.

O presente trabalho, de base exploratória e descritiva, tem como objetivo o aprofundamento do estudo dos processos produtivos na expectativa avistar os pontos de estrangulação e geração de gargalos da empresa de Plásticos A. Para tanto, foram utilizados métodos de entrevista com as três gerentes de produção, sendo que cada um deles é responsável por um turno de trabalho, um gerente geral de produção, mais dois colaboradores do setor de produção, com um roteiro de entrevista contendo oito perguntas, que contribuíram para definir o nível de entendimento desses, quanto ao processo utilizado na linha de produção da Indústria de Plásticos estudada. Utilizou-se também do método de observação não participante, sendo que as autoras deste trabalho acompanharam a produção da Indústria de Plásticos A durante seis dias, nos meses de setembro e outubro do ano de 2013.

Além dos métodos anteriores, buscou-se como fonte de evidências o método de registro em arquivos, que de acordo com Yin (2005), consiste em arquivos e registro em computador.

Tais registros estão disponíveis na empresa, como o controle de produção de cada máquina, onde por meio dessa análise é possível identificar os possíveis gargalos. Os arquivos do controle de produção possuem dados como o volume produzido diário e mensal, bem como o percentual de perdas, a quantidade de horas trabalhadas no mês e as horas de *setup* em cada máquina. Além da análise detalhada de planilhas e relatórios de informações da empresa relativo aos tempos de parada de máquinas e ao volume de produção de cada máquina, foram analisadas as informações obtidas durante as visitas de acompanhamento da linha de produção.

Desta forma, todos os dados coletados para o presente estudo foram analisados levando em consideração a importância de cada informação obtida com o intuito de obter uma visão mais clara e detalhada sobre a linha de produção da empresa, sendo viável assim, fazer algumas sugestões para tornar o processo produtivo mais eficiente.

### **3.1 A empresa de Plásticos A**

Situada entre a serra e a região metropolitana de Porto Alegre-RS e com mais de 30 anos de atuação no mercado, a empresa de plásticos A iniciou suas atividades no ano de 1977, onde inicialmente atuou no ramo de máquinas e produtos agrícolas, onde após duas décadas de existência, passou a atuar também no ramo de produtos plásticos produzindo filmes plásticos para a agricultura, que posteriormente, passou a produzir também embalagens secundárias como filmes termoencolhíveis lisos, seguido de plástico bolha, filme Stretch, sacos plásticos e filmes impressos.

A empresa conta com área construída de mais de 12 mil m<sup>2</sup>, máquinas modernas, como coextrusoras, sistema de reciclagem com a mais moderna tecnologia disponível no mercado, bolhadeiras, impressoras, entre outras, que lhe garantem alta produtividade e a possibilidade de constante inovação no mercado de embalagens. Dispõe também de frota própria para o recolhimento de matéria-prima e entrega do produto final. Os produtos da empresa contam com todas as análises necessárias e laudos técnicos para atender aos mais exigentes requisitos do mercado. Além disso, conta também com todos os licenciamentos ambientais necessários, além de um compromisso sério com o meio ambiente. Atualmente a empresa desenvolve diversos tipos de embalagens, com diferentes composições, desde embalagens 100% recicladas até embalagens 100% virgens, voltadas aos mais variados segmentos, sendo que seus produtos atingiram um padrão de qualidade de alto nível, com características como transparência, resistência e uniformidade que se equiparam à embalagem virgem, tanto que podem ser utilizados em inúmeros segmentos de mercado, tais como: embalagens para fardos de garrafas de politereftalato de etileno (PET), de latas de refrigerantes e cervejas, pack de leite longa vida, doces, enlatados e plástico bolha para proteção de diversos produtos, principalmente móveis.

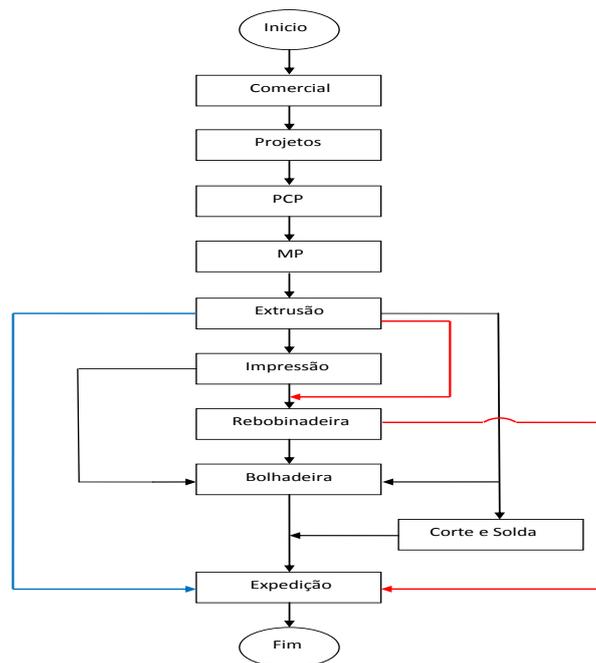
#### **3.1.1 Descrição do processo produtivo**

O fluxograma da Indústria de Plásticos estudada está estruturado de forma onde os pedidos entram por intermédio do setor comercial, onde são cadastrados e submetidos à aprovação financeira. Após essa etapa, os pedidos seguem para o setor de projetos, onde são realizados os cadastros de ficha técnica dos produtos e feita a liberação para a produção. A partir disso, o planejamento e controle de produção elabora a programação da produção. Essa programação é feita para cada setor individualmente, pois cada item pode passar por setores e máquinas diferentes. Assim um produto poderá passar pelo setor de extrusão, impressão, e formação de bolhas, já outro, poderá passar somente pela extrusão e rebobinadeira e essa passagem em

cada setor, visando à otimização dos recursos, pode não ter a mesma sequencia. Em cada processo, dependendo das especificações do produto, são feitos ajustes nas máquinas para realizar a produção. Em função disso, o foco deste trabalho será no estudo do principal processo produtivo da Indústria de Plásticos A, que é a produção dos filmes flexíveis termoencolhíveis, ou seja, filmes que “encolhem” quando submetidos ao calor. Este processo é denominado de processo Tipo 1, sendo o carro chefe da empresa e representando 80% do volume de produção.

### 3.1.1.2 Descrição do processo tipo 1

O processo tipo 1, depende exclusivamente de dois tipos de máquinas da linha de produção, que são as extrusoras e as rebobinadeiras, conforme Figura 1.



**Figura 1:** Fluxograma do processo tipo 1 da Indústria de Plásticos X.  
Fonte: Dados de pesquisa.

Para atender as necessidades desse processo, a Indústria de Plásticos A dispõe de uma coextrusora com três roscas que possui como capacidade de produção 450 kg/hora e uma extrusora simples com capacidade de produção de 350 kg/hora, além de duas rebobinadeiras com capacidade de produção 300kg/hora cada uma.

Para que se inicie a produção do filme termoencolhível, o primeiro passo é extrusar a matéria prima. Esse processo consiste em alimentar as máquinas extrusoras com os grãos de plástico reciclado, armazenados em grandes bolsas que ficam posicionadas junto às mesmas, sendo sugados através de tubos alimentadores. Assim, a matéria prima é aquecida a uma temperatura de aproximadamente 215 graus, ocasionando seu derretimento. Logo após, o plástico derretido é impulsionado para cima através de um sistema a vácuo, formando uma espécie de balão com ar gelado no seu interior, o que proporciona a formação do filme plástico que é então enrolado ao redor de cilindros, dando origem às bobinas de filme plástico, conforme é possível observar na Figura 2.



**Figura 2:** Coextrusora do setor de extrusão e IHM de programação da Indústria de Plásticos A.  
Fonte: Indústria de Plásticos A.

Com a utilização da coextrusora, é possível produzir um filme plástico com maior qualidade e menor custo, já que se pode escolher os tipos e as porcentagens de materiais para a produção do produto final desde que proporcionem maquinabilidade para o cliente, ou seja, desde que o filme plástico funcione para o fim que ele foi produzido, conforme pedido do cliente. Ainda na Figura 2 é possível observar uma interface homem máquina (IHM) de programação da coextrusora. É notório na programação da coextrusora, no item “propriedades da camada”, é que a rosca A está produzindo uma camada de plástico com 25% de determinado grão, a rosca B, uma camada com 50% de outro grão e a rosca C, uma camada com 25% de um terceiro grão. É importante lembrar que essas camadas são coladas uma na outra antes de serem impulsionadas para o balão de ar.

Na extrusora simples, só existe um alimentador, ou seja, só é possível produzir uma camada de filme plástico. Dessa forma, se o filme plástico que estiver sendo produzido necessitar de mais que um tipo de grão, esses deverão ser misturados entre si, no mesmo alimentador. Essa é a única diferença entre a extrusora simples e a coextrusora, pois o processo de derretimento da matéria prima e formação das bobinas são exatamente iguais. A Figura 3 representa a formação das bobinas de filme plástico.



**Figura 3:** Bobinas de filme plástico da extrusora simples no setor de extrusão e a diferença entre bobinas alinhadas e bobinas desalinhadas.  
Fonte: Indústria de Plásticos X.

A Figura 3 mostra o momento em que o filme plástico é enrolado nos cilindros, após ser refrigerado no balão de ar, dando origem às bobinas de filmes termoencolhíveis. Após a formação dessas bobinas, é feita a análise visual das mesmas, pois só serão encaminhadas para o setor de rebobinadeiras, aquelas que apresentarem desalinhamento acentuado,

conforme pode ser observado na Figura 1, onde o processo no fluxograma está destacado na cor vermelha. Aquelas que estiverem alinhadas, conforme a segunda imagem da Figura 3, respeitando as medidas solicitadas pelo cliente, será encaminhada diretamente ao setor de expedição. A terceira imagem da Figura 4, evidencia a diferença entre as bobinas desalinhadas e as bobinas alinhadas que precisará voltar para o processo produtivo e passar pela máquina rebobinadeira.

A próxima etapa de produção se dá utilizando a máquina rebobinadeira, tendo duas delas disponíveis na empresa A para atender as necessidades da linha de produção. Elas são representadas pela Figura 5. Sua função consiste exatamente naquilo que o próprio nome diz: rebobinar, ou seja, desenrolar o filme plástico e enrolar novamente.



**Figura 5 e 6:** Máquina rebobinadeira e Setor de expedição da Indústria de Plásticos X  
Fonte: Indústria de Plásticos A.

Cabe a ela retirar as aparas, ou seja, o excesso de plástico das extremidades das bobinas, refazendo-as, deixando-as alinhadas e prontas para serem expedidas. Esse procedimento consiste em colocar as bobinas no cilindro, adequando-o às medidas exigidas, em seguida o filme plástico passa a ser enrolado num segundo cilindro, formando uma nova bobina alinhada, sem aparas e pronta para ser encaminhada para o setor de expedição. Cada bobina possui no centro um tubete, ou seja, um pequeno tubo geralmente de papelão, onde o filme plástico é enrolado, possibilitando assim a sua colocação no cilindro. O setor de rebobinadeiras é considerado como um setor de apoio à linha de produção, visto que sua função principal é apenas fazer ajustes no produto final, quando se fizer necessário.

Após o processo de produção ser concluído, as bobinas de filme plástico são alocadas em *pallets* de madeira, onde são enroladas várias camadas de filme plástico a fim de garantir que as mesmas não se soltem. Esses *pallets* com envoltório plástico são organizados de acordo com os pedidos de cada cliente, de forma que toda a produção de determinado cliente fique no mesmo Box, o que facilita a identificação e o carregamento dos pedidos. A Figura 6 mostra parte do setor de expedição. O setor de expedição dispõe prateleiras de ferro que suportam o peso das bobinas paletizadas, que permanecem no setor de expedição até o momento do carregamento nos caminhões da Indústria de Plásticos A ou de transportadoras terceirizadas, para serem encaminhadas ao seu destino: o cliente. O processo de carregamento dos caminhões é feito utilizando máquinas paleteiras e empilhadeiras, que facilitam o trabalho, diminuindo a necessidade de força humana.

#### 4. Resultados

Conforme proposto por este artigo, buscou-se acompanhar a linha de produção do processo descrito aqui como tipo 1 na Indústria de Plásticos A acompanhado de análise de relatórios

sobre os tempos gastos com *setup* das máquinas, tornou-se possível constatar que a linha de produção possui tempos de *setup* relativamente altos.

#### 4.1 Setup do setor de extrusão

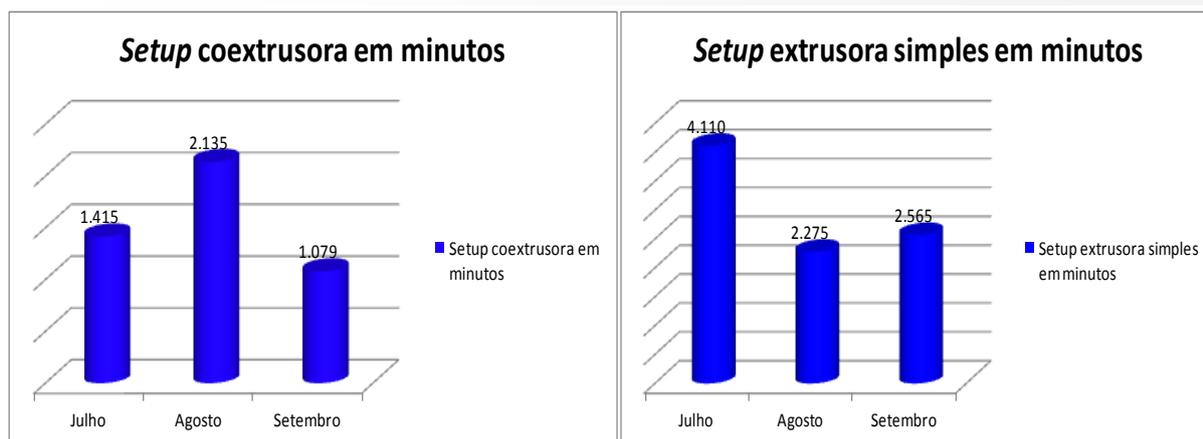
Conforme verificação dos dados é possível afirmar que no mês de julho, a coextrusora ficou parada durante 1.415 minutos, ou seja, quase 24 horas. Isso representa 4,09% do tempo que a máquina estava disponível para produzir, que era de 587 horas no mês. Considerando que a capacidade média de produção da coextrusora nesse mês foi de 347,61 kg/hora, conforme Apêndice 2, é possível afirmar que foram deixados de produzir aproximadamente 8.342,64 kg de filme plástico.

No mês de agosto esse número aumenta ainda mais, foram 36 horas sem produzir de um total de 559 horas, o que representa uma perda de 13.163,76 kg na produção, já que a máquina coextrusora produziu em média 365,66 kg/h. Já no mês de setembro, o *setup* reduziu consideravelmente se comparado ao mês anterior, foram 18 horas sem produzir das 650 que a máquina estava disponível e considerando que a máquina produziu 394,49 kg/h, houve uma perda de produtividade de aproximadamente 7.100 kg. Somando-se as horas de *setup* da coextrusora dos três meses, chega-se a um total de 78 horas, representando uma perda de produtividade de aproximadamente 28.606 kg de filme plástico termoencolhível. Dessas 78 horas, em torno de 35 horas foram para fazer a limpeza e manutenção da máquina e 15,5 horas foram por falta de material, conforme pode ser interpretado no Apêndice B. Os tempos de *setup* da máquina coextrusora do setor de extrusão estão apresentados no Gráfico 1.

A limpeza se faz necessária quando há muita sujeira, como poeira e outras impurezas que são originadas da própria matéria prima e acabam interferindo no bom funcionamento da máquina. Essas impurezas são associadas em boa parte à má qualidade da matéria prima, ou seja, quanto pior for o grão de plástico, maior será a probabilidade de ter que parar a linha de produção para limpar a máquina ou até mesmo para fazer a manutenção corretiva de pequenos problemas. O segundo maior motivo das paradas da coextrusora é a falta de material, uma vez que ela possui três roscas, e cada uma dessas roscas pode utilizar até três tipos de matéria prima, conforme já foi citado anteriormente. Dessa forma, se faz necessário que todos os tipos de grãos envolvidos no processo estejam à disposição da máquina e isso nem sempre acontece, fazendo com que a mesma tenha que parar totalmente até ser reabastecida.

O Gráfico 1 mostra os tempos de *setup* da coextrusora e da extrusora simples. É importante ressaltar que a capacidade de produção da máquina em kg/h pode variar de um mês para outro, em função do tipo de pedido que está sendo produzido, pois cada pedido utiliza um ou mais tipos de matéria prima diferente, o que interfere na capacidade de produção da máquina.

Os dados do Gráfico 1, confirmam que durante o mês de julho, a extrusora simples deixou de produzir durante 4.110 minutos, ou seja, quase 69 horas, representando 12,92% do tempo total que tinha de capacidade instalada. Nessas horas perdidas em *setup*, foi deixado de produzir em torno de 21.335 kg, considerando que a capacidade efetiva foi de 309,20 kg/h. No mês de agosto, houve uma perda de 7,36% do tempo total disponível da máquina para a produção, representada por 2.275 minutos que equivalem a 38 horas e 11.865,12 kg que deixaram de ser produzidos, com base numa produção de 312,24 kg/h. No mês seguinte, o *setup* aumenta novamente, o que leva a máquina a produzir 13.231,96 kg a menos do que teria capacidade, baseado numa produção de 307,72 kg/h, já que foram 2.565 minutos perdidos com *setup*, ou seja, 43 horas.



**Gráfico 1:** Tempos de *setup* da coextrusora e da extrusora simples da linha de produção.  
Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Totalizando as horas de *setup* da extrusora simples durante os três meses, chega-se a 150 horas, representando 46.432 kg que poderiam ter sido produzidos. O principal motivo do *setup* da extrusora simples é a falta de material, pois apesar de não ser o que ocorre com mais frequência, é o que resulta em maior tempo parada, representando 53,5 horas de um total de 150 horas.

Em segundo lugar, aparecem as paradas para troca de telas, que são as paradas mais frequentes, porém não demandam tanto tempo. Essas trocas são necessárias sempre que o grão não estiver mais passando com facilidade pela tela que faz a filtragem antes do mesmo ser derretido e está intimamente ligada à qualidade do grão. Se o grão não for de boa qualidade, as chances de precisar trocar as telas com mais frequência, aumentam. Tais paradas representam em torno de 42 horas do total de horas paradas da extrusora simples durante o período de três meses. Na Tabela 1, apresenta-se em percentuais, os resultados de perdas totais referentes a coextrusora e a extrusora simples, onde a maioria dos *setups* ocorrem na extrusora simples, cerca de 62% das perdas na produtividade, representando um total de 75.038 kg de filme plástico que poderiam ter sido produzidos, 46.432 kg são representados pela extrusora simples. As paradas na coextrusora representam 38% das perdas na produtividade da empresa, ou seja, 28.606 kg do total que deixou de ser produzido.

Máquina	Setup (horas)	Perdas na capacidade (kg)	Perdas (%)
Coextrusora	78	28.606	38
Extrusora simples	150	46.432	62
Total no trimestre	228	75.038	100

**Fonte: Parâmetros dos tempos de setup do seto**  
Tabela 1 – Dados primários.

Apartir da análise dos tempos de *setup* tornou-se possível identificar qual o principal motivo das paradas, considerando o setor de extrusão na sua totalidade. O principal motivo de paradas relacionadas à coextrusora é a limpeza e manutenção da máquina, com um total de 35 horas e na extrusora simples o principal motivo é a troca de telas, com um total de 42 horas. Sabendo que o fator que causa as paradas para limpeza e as paradas para troca de telas é o mesmo, a má qualidade do grão, pode-se fazer o seguinte cálculo:  $35h + 42h = 77h$ , ou seja,

das 228 horas que o setor de extrusão ficou parado durante o trimestre, 77 horas foram causadas pela matéria prima de baixa qualidade.

Realizando o mesmo cálculo, obtém-se o total de horas que o setor de extrusão ficou parado por falta de material. Assim, somam-se as horas das duas máquinas: 15,5 horas da coextrusora + 53,5 horas da extrusora simples = 69 horas, ou seja, a falta de material é o segundo fator que mais causa paradas no setor de extrusão. Após a realização desse cálculo, é possível afirmar que 146 horas (77h + 69h), das 228 horas de *setup* do setor de extrusão durante o trimestre, foram causadas por fatores relacionados à matéria prima, transformando esse valor em porcentagem, obtém-se 64,04%. Conclui-se então que problemas com o grão do plástico são isolados, os maiores causadores do *setup* do setor de extrusão.

#### **4.2 Setup do setor de rebobinadeiras**

Após fazer o acompanhamento da linha de produção da Indústria de Plásticos X e entrevistar o gerente de produção da empresa, foi possível verificar que o setor de rebobinadeiras não possui controle dos tempos de *setup*. Isso se deve ao fato de que tal setor é considerado apenas um setor de apoio à linha de produção, ou seja, apenas as bobinas de filme plástico extrusado que apresentarem desalinhamento acentuado serão encaminhadas para esse setor, conforme já mencionado anteriormente. Dessa forma, as duas máquinas existentes ficam desligadas durante os períodos que as demais máquinas da linha de produção estejam produzindo bobinas de filme plástico sem defeito. De forma mais clara, pode-se afirmar que apesar de importantes, nem sempre há trabalho para essas máquinas. De acordo com o tipo de bobina, com defeito e sem defeito. Analisando-o é possível verificar que apenas 5% das bobinas de filme plástico apresentam defeito e devem obrigatoriamente passar pela máquina rebobinadeira antes de serem expedidas. Fator que justifica a falta de controle dos tempos de *setup* das rebobinadeiras é que as mesmas são máquinas que dificilmente apresentam necessidade de paradas durante o processo de produção, geralmente a única parada que acontece é para efetuar a substituição de bobinas, ou seja, a bobina que já foi alinhada é retirada do cilindro e é colocada outra desalinhada para que passe pelo mesmo procedimento.

#### **4.3 Identificação dos gargalos**

Após analisar a linha de produção da Indústria de Plásticos A, realizar entrevistas com o gerente de produção da empresa e analisar planilhas e relatórios sobre a produção elaboradas pela empresa, se tornou possível identificar alguns fatores que podem se tornar gargalos no processo produtivo, podendo estes atrasar ou até mesmo parar a linha de produção, além de diminuir a capacidade produtiva da indústria.

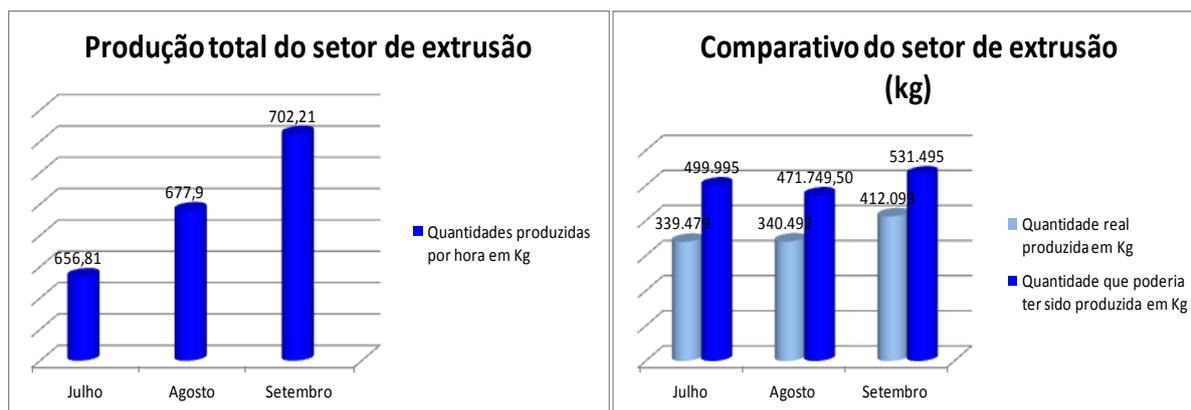
##### **4.3.1 Identificação de gargalos no setor de extrusão**

O setor de extrusão da Indústria de Plásticos X é o setor que mais apresenta gargalos, visto que, toda a produção da indústria depende das máquinas extrusoras, ou seja, a matéria prima precisa obrigatoriamente passar pela extrusão para que a linha de produção tenha sequência.

Sendo assim, foi possível identificar dois fatores principais que causam gargalos: a baixa qualidade do grão e os tempos de *setup* elevados. Porém, é preciso ressaltar que um é decorrente do outro, ou seja, quando o grão de plástico não apresenta uma boa qualidade, consequentemente os tempos de *setup* das máquinas aumentam em virtude de que ocorrem mais paradas para efetuar a limpeza e reparos a danos causados pelas impurezas do grão, além

das trocas de telas que ocorrem pelo mesmo motivo, conforme já foi mencionado anteriormente, na análise dos tempos de *setup*.

Sendo assim e sabendo que a capacidade de produção da coextrusora é de 450 kg/h e da extrusora simples é de 350 kg/h, conforme já foi mencionado anteriormente, prossegue-se somando a capacidade das duas máquinas, onde obtém-se uma capacidade de produção de 800 kg/h, porém em função da baixa qualidade do grão de plástico, o setor não consegue atingir a capacidade máxima de produção por hora, o que pode ser caracterizado como um gargalo. No Gráfico 2, estão expostas as quantidades em Kg que o setor de extrusão produziu por hora nos três meses analisados.



**Gráfico 2 e 3 :** Total do setor de extrusão e Comparativo do setor de extrusão da Indústria de Plásticos X  
Fonte: Dados de pesquisa da autora.

O gráfico apresenta as quantidades produzidas por hora pelo setor de extrusão em cada mês do trimestre analisado, considerando apenas as horas que realmente produziu e não o total de horas disponíveis. É possível verificar que no mês de julho o setor produziu apenas 656,81 kg/h sendo que a capacidade de produção do setor é de 800 kg/h, então foram 143,19 kg a menos do que o setor é capaz de produzir em cada hora. Considerando que no mês de julho o setor de extrusão esteve disponível para produção durante 1.121 horas, considerando as horas que não produziu por causa do *setup*, é possível chegar à totalidade de 160.515,99 kg que foram deixados de produzir.

No mês de agosto, novamente o setor de extrusão não conseguiu atingir a capacidade de produção total, pois produziu 677,9 kg/h, ou seja, 122,10 kg a menos que a capacidade por hora. O setor esteve disponível para produzir durante 1.075 horas, considerando as horas que não produziu em função do *setup*, total de 131.257,50 kg deixados de produzir. O mesmo acontece no mês de setembro, apesar de chegar mais perto de atingir a capacidade total, foram produzidos 702,21kg/h, ou seja, 97,79 kg a menos por hora de produção. Sabendo que o setor disponibilizava de 1.222 horas considerando as horas de *setup*, para produzir, conclui-se que 119.400,38 kg poderiam ter sido produzidos. Durante o trimestre, pode-se verificar que foram deixados de produzir aproximadamente 411.273 kg de filme plástico, caracterizando-se assim um gargalo em função da baixa qualidade do grão e dos elevados tempos de *setup*. No Gráfico 3, verificam-se as quantidades reais produzidas em cada mês do trimestre analisado, comparadas com as quantidades que poderiam ter sido produzidas.

A falta de material, também será considerado um gargalo do sistema produtivo, pois apesar de não acontecer de forma repetida, a sua ocorrência implica na parada de todo o setor de extrusão ou pelo menos parte dele, visto que, conforme já foi citado anteriormente, a linha de produção depende que o setor de extrusão esteja produzindo para que se tenha uma sequência, pois toda a matéria prima deve obrigatoriamente ser extrusada. Dessa forma, a ocorrência

desse tipo de gargalo pode afetar na capacidade de produção da empresa e também interferir nas datas de entrega dos pedidos. Em outras palavras, isso pode ser entendido como um atraso na linha de produção, pois esse tempo perdido no setor de extrusão dificilmente será recuperado e irá provavelmente atrasar a entrega do pedido que seria produzido se não houvesse falta de material. Foi possível também, através do acompanhamento da linha de produção, verificar a ocorrência de gargalo quando a falta de um dos operadores das máquinas extrusoras sem aviso prévio, pois nessa situação é preciso que um operador de outra máquina assuma a função do operador que faltou, já que as máquinas que já estão com a programação feita precisam seguir com o processo de produção. Essa tarefa nem sempre é fácil, pois cada máquina possui uma programação diferente e não são todos os operadores que estão habituados e aptos a controlar ambas as extrusoras.

#### **4.3.2 Identificações de gargalos no setor de rebobinadeiras e no setor de expedição**

Utilizando-se do conjunto de métodos descritos no capítulo 3 deste artigo foi possível verificar que o setor de rebobinadeiras não apresenta gargalos, uma vez que apenas uma pequena parte da produção tem necessidade de ser rebobinada, conforme já foi mencionado anteriormente. Sendo assim, as máquinas rebobinadeiras chegam, por vezes, a ficarem algumas horas desligadas por não ter serviço. O setor de expedição da empresa em análise também não apresentou gargalos, pois a mesma dispõe de uma ampla e bem organizada área para estocar os produtos acabados, que por sua vez, permanecem ali por curto espaço de tempo, visto que a empresa só produz pedidos sob encomenda, então na maioria das vezes assim que o processo de produção esteja concluído, é imediatamente autorizado o carregamento dos caminhões da frota da empresa ou terceirizados, para que os pedidos sejam entregues ao cliente. Dessa forma, só permanecem no setor aqueles pedidos que tenha sido produzido antecipadamente à data prometida ao cliente, o que raramente acontece em virtude dos gargalos já apresentados no setor de extrusão.

#### **4.4 Sugestões**

Com base na análise das informações obtidas na Indústria de Plásticos A no decorrer do presente estudo, permitiu-se elaborar algumas sugestões com o objetivo de contribuir para a melhoria do processo de produção atual, minimizando a ocorrência dos temidos gargalos, aumentando assim a produção da indústria. Sabendo que os gargalos existentes na linha de produção se devem em sua maioria a problemas com a qualidade do grão e tempos de *setup* das máquinas que também são oriundos da matéria prima de baixa qualidade, sugere-se que a Indústria de Plásticos A mantenha um controle mais rigoroso da matéria prima que adquire, exigindo mais qualidade dos seus fornecedores. Inclusive, sugere-se que a empresa amplie o seu leque de fornecedores, pois assim seu poder de barganha aumenta e a linha de produção não corre o risco de ficar sem material para produzir, uma vez que se um fornecedor não dispuser de matéria prima suficiente, um segundo fornecedor poderá suprir essa necessidade.

Outra sugestão válida para tentar amenizar os gargalos no processo produtivo é o desenvolvimento de uma planilha para classificar o tipo de grão quanto à sua qualidade e maquinabilidade. Essa planilha poderia dar suporte à tomada de decisão considerando dar uma nota para cada tipo de grão de acordo com o pedido no qual ele deva ser utilizado, sendo este avaliado em quatro critérios: produção, quantidade, medidas e qualidade do material, onde cada critério seja classificado segundo grau de importância.

O principal objetivo é analisar quais pedidos valem a pena ser produzidos, de acordo com o tipo de material que vai utilizar em sua produção, considerando que quanto maior a pontuação

do grão, melhor é sua produção, se o grão não obtiver nenhum ponto ou apenas um, significa que é um tipo de material que não vale a pena utilizar em grande escala, pois apresenta muitos pontos negativos que resultam em aumento do *setup* das máquinas. Outra decisão importante seria analisar a possibilidade de adquirir uma segunda máquina coextrusora, pois a capacidade de produção da mesma é relativamente maior quando comparada à da extrusora simples. Além de a coextrusora apresentar tempos de *setup* bem inferiores aos da extrusora simples, diminuindo praticamente a metade, ainda há a possibilidade de programar a produção com vários tipos de materiais ao mesmo tempo. Os ganhos na capacidade de produção da empresa, com certeza seriam notáveis e vantajosos.

## 5. Conclusões

Com o desenvolvimento deste artigo foi tornou-se possível conhecer o funcionamento da linha de produção da Indústria de Plásticos A, através da análise do fluxograma da empresa e seus tempos gastos com o *setup* das máquinas envolvidas no processo tipo 1, que foi o alvo do presente estudo. Através dessa análise, se tornou possível identificar mais precisamente, por meio de entrevistas realizadas com a gerência de produção, relatórios e principalmente através do acompanhamento da linha de produção durante vários dias, quais são os fatores que causam a maioria dos *setups*. Identificando os fatores causadores do *setup* foi possível concluir que o principal motivo pelo qual ocorrem tantas paradas na linha de produção e que acabam elevando as horas de *setup* é o problema com a qualidade da matéria prima utilizada, ou seja, alguns tipos de grãos de plástico que são processados nas máquinas extrusoras, podem ser considerados como ruins. A falta de material também foi identificada e listada como um motivo do *setup*. Através da identificação e análise do *setup*, foi possível concluir que os gargalos que ocorrem na linha de produção da Indústria de Plásticos A também são decorrentes desses tempos de *setup* e ocorrem sempre no setor de extrusão, que é o principal e mais importante setor da empresa. Depois de feita a devida identificação dos gargalos e esclarecidos os motivos pelos quais ocorrem, tomou-se a liberdade de sugerir algumas mudanças na linha de produção da Indústria de Plásticos A com o objetivo de melhorar os tempos de *setup* e amenizar os problemas de gargalo, visando aperfeiçoar a linha de produção do processo tipo 1 e consequentemente aumentar a capacidade produtiva da empresa para atingir os níveis de produção desejados.

O presente trabalho atendeu, dessa forma, todos os objetivos propostos, analisou o fluxograma da Indústria, analisou os tempos de *setup*, identificou os possíveis gargalos e apresentou sugestões para que a Indústria de Plásticos A possa solucionar seus problemas de gargalo, atendendo assim, um nível satisfatório de conhecimento sobre o tema estudado.

## Referências

- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da Produção*. 2 ed.. São Paulo: Saraiva, 2005.
- PAIVA, E. L.. *Estratégia de Produção e de operações*. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- TUBINO, D. F. *Manual de planejamento e controle da produção*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- YIN, R. K. *Estudo de Caso – planejamento e métodos*. Trad. Daniel Grassi. – 3. ed. – Porto Alegre Bookman, 2005.